

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080810

「什麼丸」？虱目魚丸 Q 彈度的探究

學校名稱：高雄市彌陀區南安國民小學

作者：	指導老師：
小六 黃奕翔	蘇嘉文
小六 蘇毅綸	孫愛婷
小六 王奕晴	
小六 李佩玟	
小六 吳韋姍	
小六 李靜兒	

關鍵詞：魚丸彈力、魚丸咬勁、魚丸 Q 彈度

摘要

在家能製作 Q 彈好吃的虱目魚丸嗎？綜合 10 部製作魚丸影片之重點，並訪談虱目魚丸專家後，以魚漿甩打時間、蛋白比例、與澱粉種類、太白粉比例為操作變因，製作 4X4=16 項控制變因的魚丸。利用彈性測量裝置及咬勁切割器等科學方法測量魚丸後，選出各操作變因中 Q 彈度佳的魚丸，最後綜合排名魚丸 Q 彈度。實驗發現，甩打 40 分鐘、加蛋白 5%、馬鈴薯粉、甩打 30 分鐘等魚丸，能以手工又不用化學添加物的方式，做出比名店還 Q 彈的虱目魚丸；透過魚丸彈力與咬勁折線圖變化還發現，彈力大時咬勁較小；彈力小時咬勁較大。然而口感喜好較主觀，我們將魚丸 Q 彈度大於名店的魚丸特徵詳加描述，讓人依時間、喜好，在家也能製作 Q 彈好吃的魚丸。

壹、研究動機

有天吃著家人從市場購買的虱目魚丸後，心想：這麼好吃又上過新聞的魚丸，不曉得能否在家裡製作？家人認為自家難以製作魚丸，另近來食安問題頻繁，難保魚丸不會被商人添加過量的硼砂或磷酸鹽等，還是偶爾一吃就好。但認為若能做出食材安全又美味的虱目魚丸，豈不是太棒了？我們想先透過網路上的魚丸製作影片掌握做虱目魚丸的方法，再倚著地利之便，去訪談虱目魚丸製作專家。而後挑出家中易實作的操作變因來製作多種魚丸，並利用科學檢測數據並配合試吃結果，評選出最 Q 彈好吃的虱目魚丸。

表 1-1 作品內容與教材關聯說明

作品內容	測量材料重量	製作冷劑	煮水並控制溫度	以定滑輪製作工具
關聯單元	翰林版 四下 一、有趣的力 六下 一、力與運動	翰林版 三下 二、水的變化	翰林版 五上 三、熱對物質的影響	翰林版 六上 一、力與運動

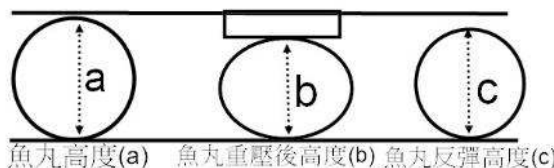
貳、研究目的

一、研究目的

- 研究一、探討影響虱目魚丸 Q 彈度的因素。
- 研究二、改良傳統測量魚丸的方法。
- 研究三、探討虱目魚丸的製作流程。
- 研究四、探討甩打魚漿之時間長短對魚丸 Q 彈度的影響。
- 研究五、探討添加蛋白比例對魚丸 Q 彈度的影響。
- 研究六、探討使用澱粉種類對魚丸 Q 彈度的影響。
- 研究七、探討添加太白粉比例對魚丸 Q 彈度的影響。
- 研究八、探討如何製作最佳 Q 彈度的虱目魚丸。

二、名詞釋義

(一)魚丸彈力：經由重壓而後反彈回復到原來模樣的能力，常被說為「彈牙」，計算公式為



$$\text{魚丸彈力} = \left[\frac{(\text{反彈高度 } c - \text{重壓後高度 } b)}{(\text{魚丸高度 } a - \text{重壓後高度 } b)} \right] \times 100\%$$

魚丸高度(a) 魚丸重壓後高度(b) 魚丸反彈高度(c)

圖 2-1 魚丸彈力變化

例：a=30mm, b=20mm, c=25mm, 魚丸彈力 = $\left[\frac{(25-20)}{(30-20)} \right] \times 100\% = 50\%$

(二)魚丸咬勁：第一口咬開魚丸時要使用的力量，愈難咬下則咬勁愈大。


$$\text{魚丸咬勁} = \left[1 - \left(\frac{\text{被切割深度 } d}{\text{魚丸高度 } a} \right) \right] \times 100\%$$

魚丸高度(a) 切割深度(d)

圖 2-2 魚丸咬勁變化

例：a=30mm, d=20mm, 魚丸咬勁 = $\left[1 - \left(\frac{20}{30} \right) \right] \times 100\% = 33\%$

(三)魚丸 Q 彈度：形容魚丸吃起來的彈力、咬勁綜合起來的感覺，數值愈大代表魚丸 Q 彈度愈好。計算方式為：**魚丸Q彈度 = 魚丸彈力 + 魚丸咬勁**

(四)魚丸口感：形容魚丸 Q 彈度與主觀的口味加起來的感覺。依照常理，人們接受口味後才重視 Q 彈度，因此本實驗中有腥味或過油等不被接受的魚丸，一律是口感差。剩下口感

不差的魚丸，再比較魚丸 Q 彈度。

三、研究限制

(一)魚丸經由手工製作，為了讓實驗更客觀，控制每顆魚丸重量 50 克±5 克。

(二)工具不足故每種操作變項中只能兩組同時進行，控制每顆魚丸在室溫中冷卻後再測量。

(三)每個人甩打魚漿的力氣不同，控制平均每分鐘甩打 12 下，甩打高度約 20 公分。

(四)材料、時間、溫度等可排列組合多種操作變因的魚丸，可再擴充實驗。

參、研究設備及器材

一、製作魚丸與測量過程準備之材料

表 3-1 實驗所需材料

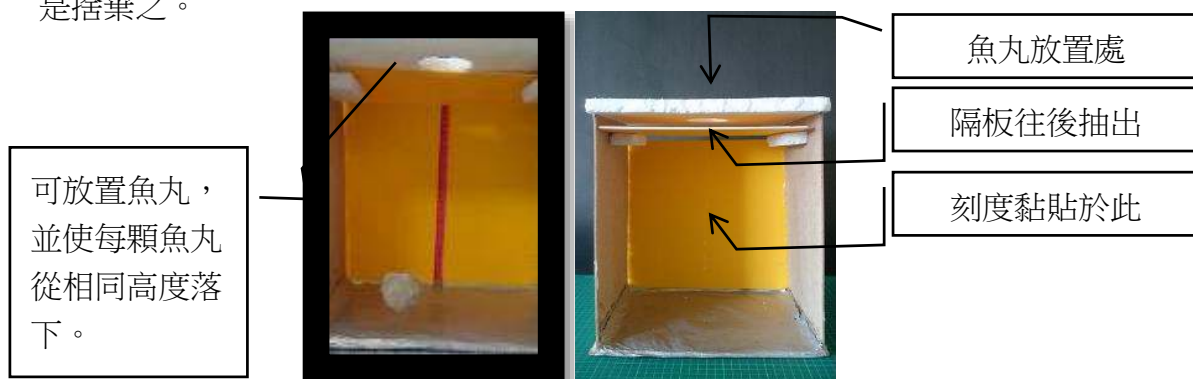
名稱	數量	名稱	數量	名稱	數量	名稱	數量
鋁鍋	2 個	太白粉	1 包	9*9 木板	2 片	雞蛋	10 顆
雙耳鍋	4 個	糖	1 包	珍珠板	全開 1 張	捲尺	1 條
溫度計	6 支	白胡椒粉	兩罐	水桶	1 個	白胡椒粉	1 瓶
鐵碗	30 個	橡膠手套	100 只	1000 毫升量杯	1 個	蒜頭	若干
電子秤	1 個	棉手套	16 只	1.5 號釣魚線	1 捲	食物調理機	1 台
虱目魚肉	10 公斤	紙口罩	100 個	泡打粉	50 克		
生豬油	720 克	碼表	1 個	小蘇打粉	50 克		
鹽	3 包	熱熔槍	1 支	玉米澱粉	50 克		
食物調理機	1 台	電磁爐	1 個	馬鈴薯粉	50 克		

二、研究裝置

測量魚丸彈性的工具，將以**彈力測量裝置**為之，測量魚丸咬勁的裝置，則以**咬勁切割器**為之，製作時考量方便性、傳統測量方法的科學化。

(一)自彈高度裝置

利用魚丸的反彈高度推測魚丸彈性，產生的問題有：1.魚丸會斜飛出去。2.量尺應往前移。3.攝影的角度與位置要固定等。且文獻提及魚丸大小不同不適用自彈工具，於是捨棄之。



照片 3-1 自彈高度裝置示意

(二)彈力測量裝置

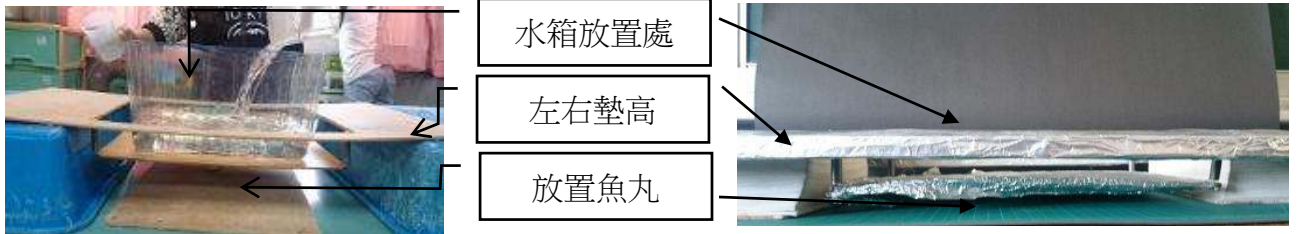
傳統測量魚丸彈性時，會用大拇指與食指用力把魚丸往中心壓，未破掉即彈性好。本實驗為了使測量的過程科學化，擬以彈性測量裝置測量之。

1.彈力測量裝置第一代(x)

製作目標：①利用該工具重壓魚丸，②可調整重壓的力量。利用類似 DIY 書櫃用的木板與彈簧來組裝；重物的部分因擁有的砝碼不夠多，於是使用容易取得的「水」來執行重壓。

優點：可測得「魚丸被壓縮比例」與「彈力」。

缺點：木板面積過大導致觀察魚丸時，蹲下仍不易測量，木板過大有傾斜的問題。



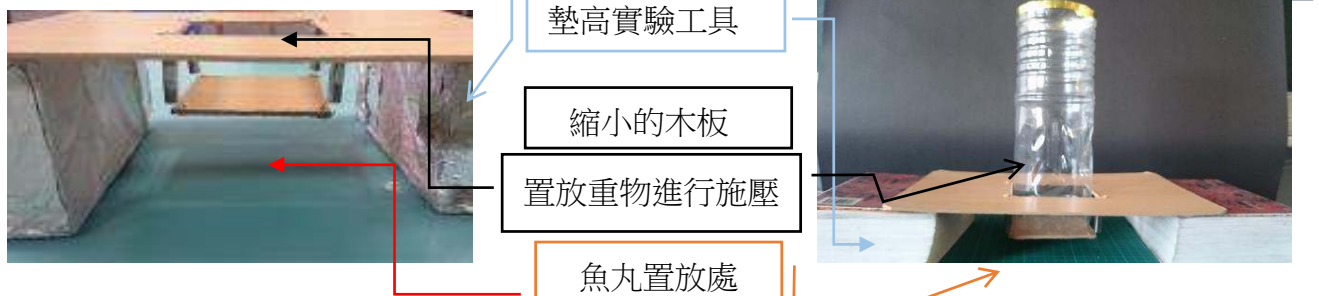
照片 3-2 彈性測量裝置第一代示意

2.彈力測量裝置第二代(x)

為改良第一代木板傾斜以及難觀察的問題，製作目標：①可利用該工具重壓魚丸，②可以調整重壓的力量，③重物平均施力於魚丸上。

優點：可測得「魚丸被壓縮比例」與「彈力」、「木板不傾斜」。

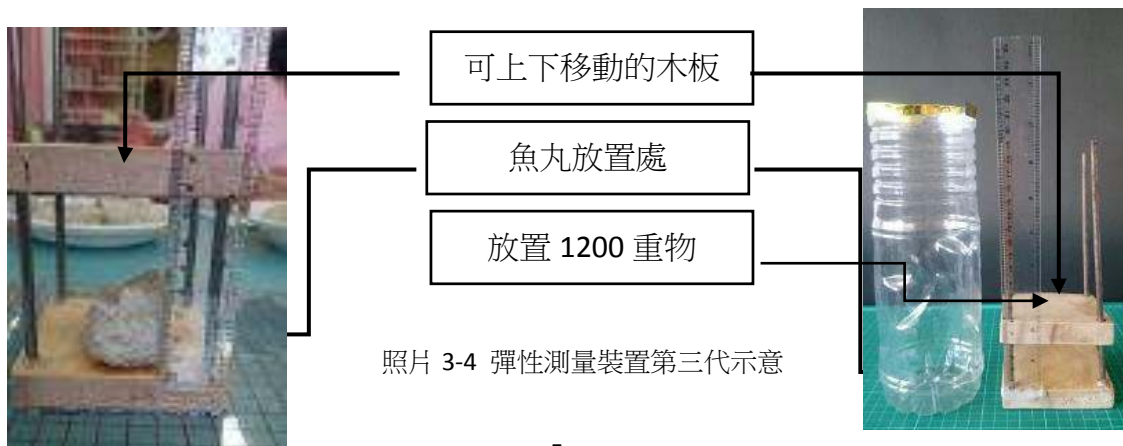
缺點：架高測量工具的物品太高。



照片 3-3 彈性測量裝置第二代示意

3.彈力測量裝置第三代(o)

製作目標：①可利用該工具重壓魚丸，②可以調整重壓的力量，③重物平均施力於魚丸上，④木板的厚度良好。我們的想法與文獻『「凍未條」～吉利丁與水果酵素的邂逅』的自製測量果凍硬度器相似，於是參考自製之：



照片 3-4 彈性測量裝置第三代示意

優點：解決「力量平均下壓」、「木板不傾斜」、「不必架高測量工具」、「易觀察」。

缺點：上方容器的載重限制僅 1200 克，鐵棒有生鏽問題，可抹油減緩。

(三)咬勁切割器

傳統測量魚丸 Q 度使用雙手抓緊綿線來切魚丸，愈難切代表愈 Q，咬勁愈好。本實驗為了使測量的過程科學化，擬以彈性測量裝置測量之。

1.使用定滑輪

製作目標：①每次用相等力量切魚丸，②可以重覆切割，③力量可以調整。

以兩個定滑輪裝置上方掛細線，並在兩方同時掛等重砝碼；觀察保麗龍球切痕深度。如照片 3-5。但是此時的問題有①保麗龍球(魚丸)會移動，②若未同時於兩側放上砝碼，細繩會往較重的那側滑落，③砝碼已經快碰到地板了，卻未出現切割痕跡，④現有砝碼數量不足，⑤使用何種直徑的切割線。



照片 3-5 初期裝置

2.切割高度的研究

將魚丸放置的地方高度愈高，下切力量愈大。所以魚丸墊高高度應相同，作為控制變因之一。



照片 3-6 墊高魚丸與否

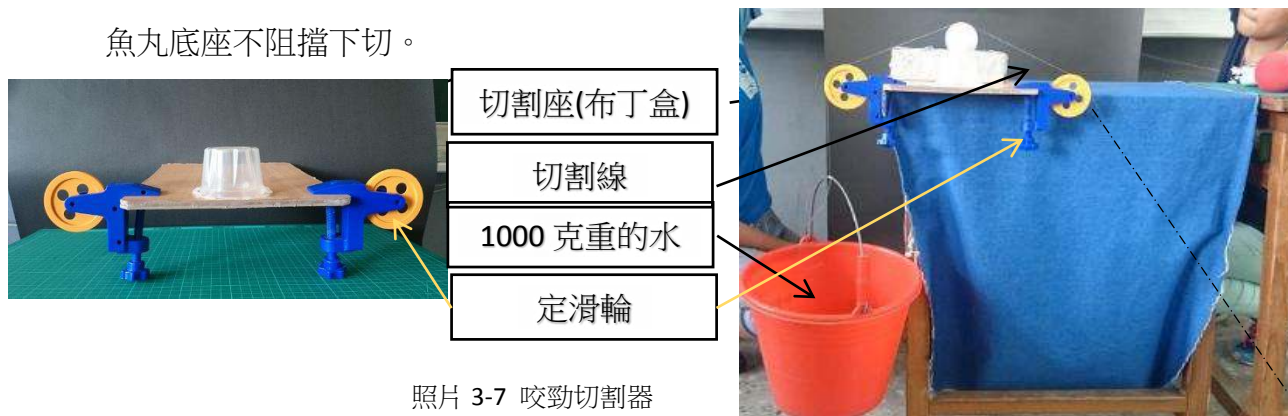
3.切割線粗細研究

假設切割線粗細會影響下切力量，而後利用由細到粗之 1.5 號、3.0 號釣魚線、漆包線、細鐵絲觀察下切後深度。下切力相等時，切割線愈細，魚丸被下切愈深。

最後選定 1.5 號釣魚線，待解決問題有：①下切力大於 3000 克後細線會從打結處斷掉。②細線下切到保麗龍座後會停住，剩下四分之一的魚丸切不到。

4.改良咬勁切割器切割器

改良目標：①切割線一端在穩固重物上綁緊。②施力下切時釣魚線不斷掉。③魚丸底座不阻擋下切。

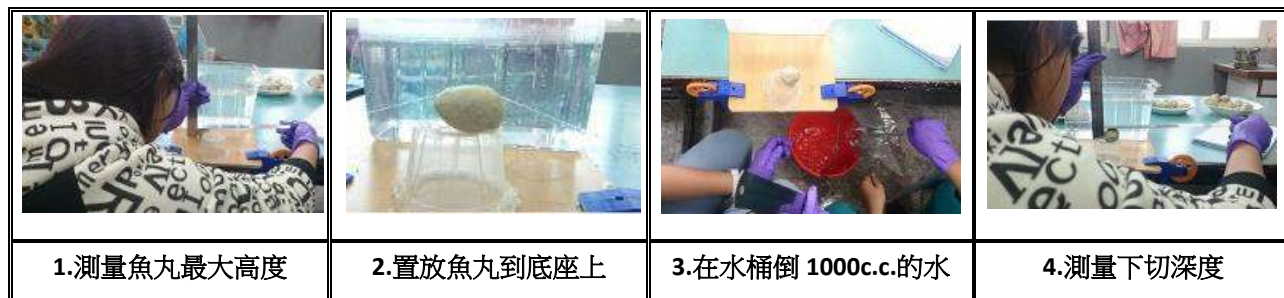


照片 3-7 咬勁切割器

優點：可以控制下切力大小、可模仿傳統測咬勁方法。

缺點：釣魚線在最大下切力超過 3 公斤時會斷掉。

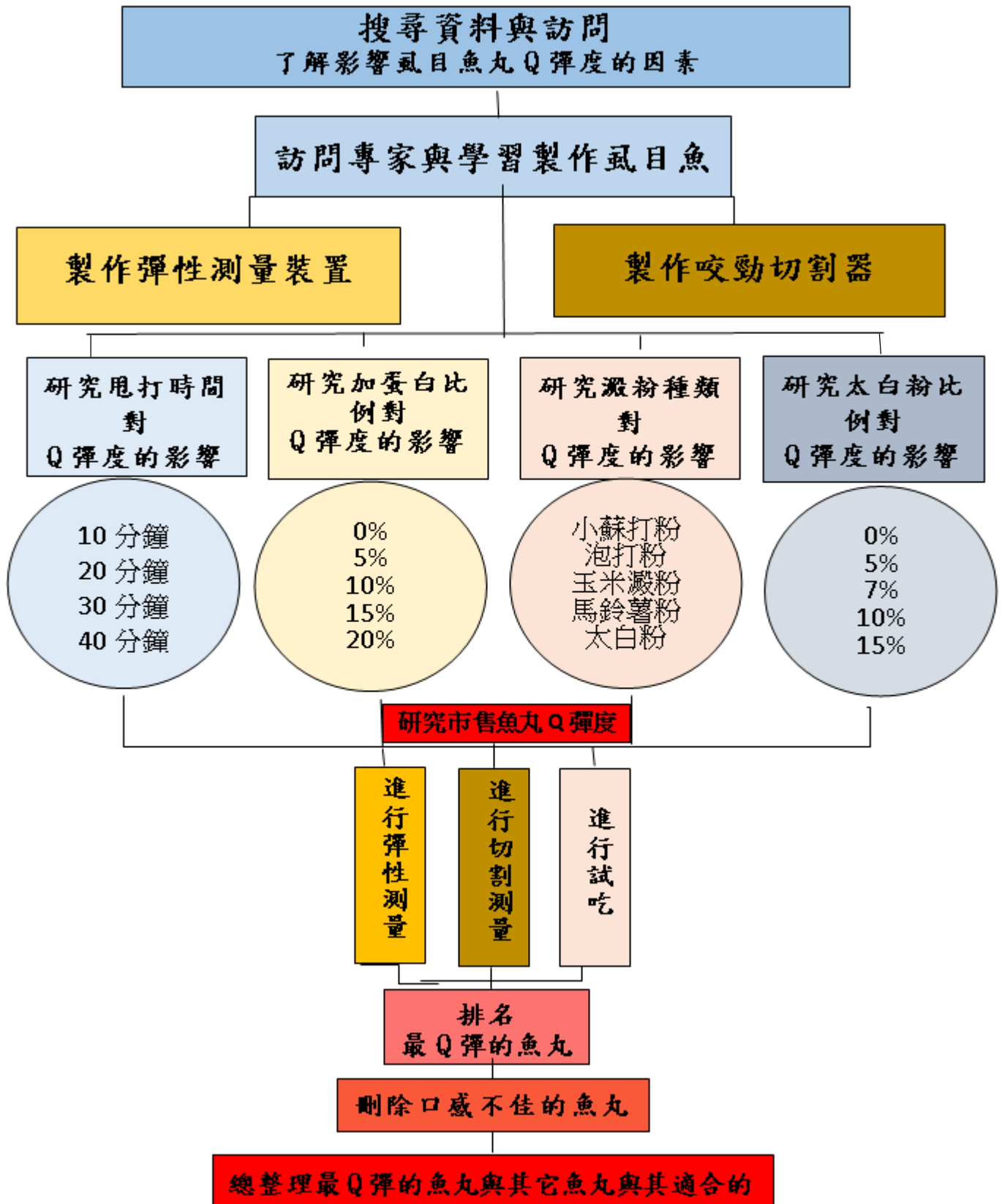
5.咬勁切割器測量流程



照片 3-8 咬勁切割器使用流程

肆、研究過程與方法

一、研究架構圖



二、試做魚丸

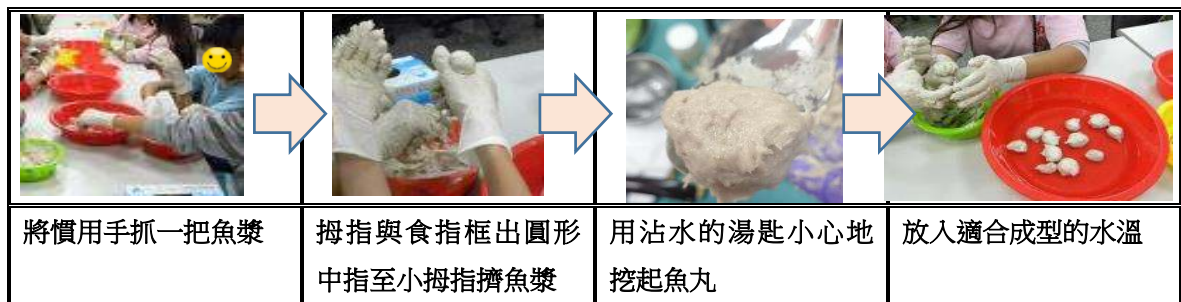
(一)分析影片

短片中，有五部短片強調要用力甩魚漿，有的提到要加蛋白，有的則是使用不同的澱粉。依據影片中可能影響 Q 彈度的變項，著手擬訂訪問專家的問卷。

(二)擬定問卷與訪談專家

- 1.甩打魚漿：主要目的就是要要把肌肉作攪拌的動作，萃取鹽溶性蛋白質。
- 2.加蛋白：蛋白用來取代化學添加物，只要魚肉控制得好，基本上不用加任何化學添加物，只是輔助鹽溶性蛋白質。
- 3.加太白粉：原則上可加，不加亦可以。加一定比例可增加 Q 度，但加太多的會破壞 Q 彈，比例勿超果 5~8%。

(三)學習擠魚丸：大拇指與食指框出來的圓形必須固定大小才能做出體積相近的魚丸。



照片 4-1 擠魚丸流程

(四)訪察虱目魚丸工廠：瞭解製作魚丸的流程

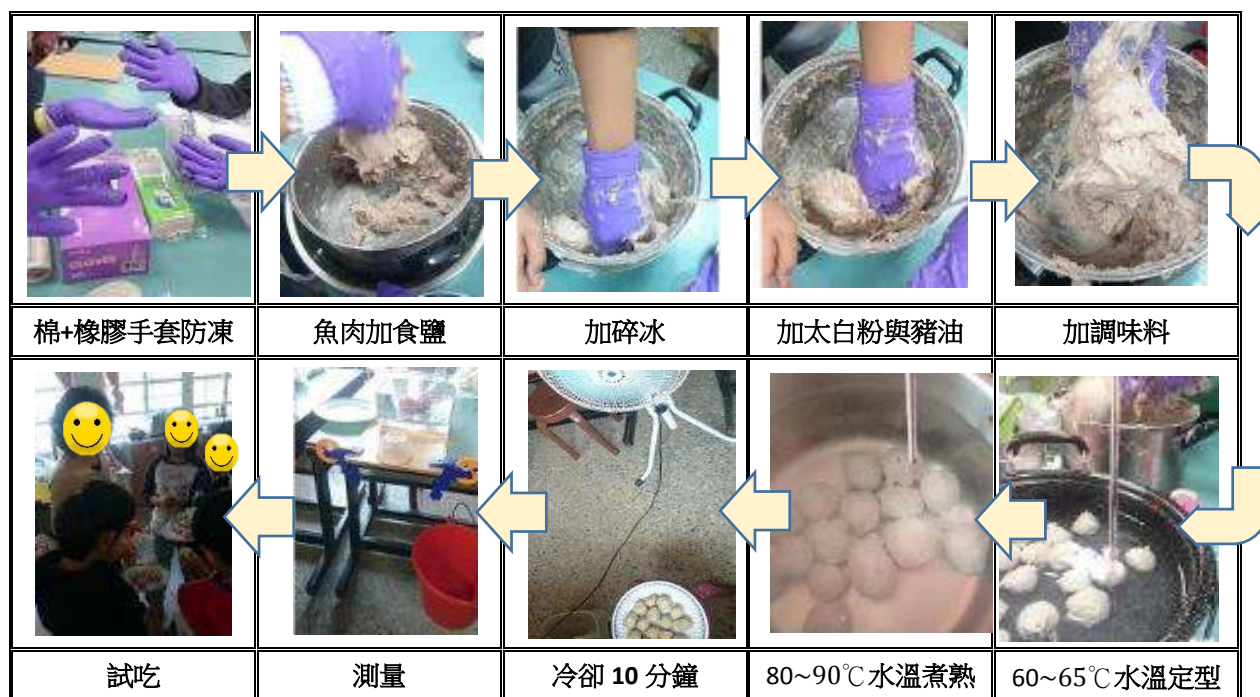


照片 4-2 虱目魚丸工廠製丸流程

甩打魚漿之環境溫度小於 8°C，2.魚漿成型水溫為 60~65°C，3.煮熟魚丸水溫 80°C。

(五)試作與材料比例調整

1.試作並確認製作流程、口味可以實行。



照片 4-3 手工魚丸製作流程

2.問題與改善

表 4-1 問題與改善

問題	環境溫度過高	胡椒味過多	蒜味不足	魚丸大小
改善方法	使用冷劑	降低使用	增加使用	使用濾茶球
採用與否	採用	採用	採用	不採用



照片 4-5 問題於改善示意

表 4-2 改良後魚漿材料

虱目魚肉 600 克約可作魚丸 15 顆

製作魚漿的材料							
魚漿材料	生豬油	太白粉	白胡椒粉	食鹽	白砂糖	碎冰塊	蒜末
重量(克)	60 克	42 克	3 克	12 克	30 克	60 克	3 克
佔魚肉比例(%)	10%	7%	0.5%	2%	5%	10%	0.5%









三、甩打魚漿的時間長短對魚丸 Q 彈度的影響

(一)操作變因：甩打魚漿的時間長短，指開始至結束的時間。

(二)控制變因：甩打魚漿時外鍋的溫度 $< (-8^{\circ}\text{C})$ 、每顆魚丸重 50 ± 5 克、成型水溫 $60\sim 65^{\circ}\text{C}$ 、煮熟水溫 $80\sim 90^{\circ}\text{C}$ 、冷卻時間 10 分鐘、冷卻電風扇距離魚丸 1 公尺。

(三)製作與測量

製作過程：一旦攪拌均勻後便加入下一個材料，甩打攪拌至製作時間結束為止。

甩打 10 分鐘	甩打 20 分鐘	甩打 30 分鐘	甩打 40 分鐘
			
看起來分散很多小塊	有結成一塊但粗糙	較白、細緻，黏	充分混合
			
表面粗糙孔洞明顯	有孔洞但較不粗糙	表面光滑孔洞少	表面細緻孔洞少

照片 4-6 甩打時間不同之魚漿、魚丸比較











四、添加蛋白比例對魚丸 Q 彈度的影響。

(一)操作變項：添加佔魚肉比例的 5%、10%、15%、20%的蛋白。

(二)控制變項：甩打魚漿時外鍋的溫度 $< (-8^{\circ}\text{C})$ 、每顆魚丸重 50 ± 5 克、成型水溫 $60\sim 65^{\circ}\text{C}$ 、煮熟水溫 $80\sim 90^{\circ}\text{C}$ 、冷卻時間 10 分鐘、冷卻電風扇距離魚丸 1 公尺、甩打 30 分鐘，平均每分鐘 12 下。

(三)製作與測量

製作過程：魚漿皆以 30 分鐘製作，加材料順序相同，只有加蛋白的比例不同。

蛋白 0%	蛋白 5%	蛋白 10%	蛋白 15%	蛋白 20%
				
黏稠	較白、有一點軟	再軟一些	較稀	很稀、水水的
				
表面有一點凹凸	表面平滑	較白、表面平滑	稍白些，有光澤	白、細緻、光澤

照片 4-7 加蛋白比例不同之魚漿、魚丸比較

五、使用澱粉種類對魚丸 Q 彈度的影響











(一)操作變項：以不同的澱粉種類製作魚丸。

(二)控制變項：甩打魚漿時外鍋的溫度 $< (-8^{\circ}\text{C})$ 、每顆魚丸重 50 ± 5 克、成型水溫

$60\sim 65^{\circ}\text{C}$ 、煮熟水溫 $80\sim 90^{\circ}\text{C}$ 、冷卻時間 10 分鐘、冷卻電風扇距離魚丸 1 公尺、甩打 30 分鐘，平均每分鐘 12 下。

(三)製作與測量

製作過程：魚漿製作時材料加進去的順序都是相同，只有澱粉的種類不一樣。

泡打粉	小蘇打粉	玉米澱粉	馬鈴薯粉	太白粉
				
蓬鬆感、較白	蓬鬆較白、腥味重	灰灰的、很黏稠	灰灰的、很黏稠	黏稠感
				
皺皺的，有腥味	很皺，內縮，腥味	像貢丸、有腥味	像貢丸	表面有點凹凸

照片 4-8 澱粉種類不同之魚漿、魚丸比較

泡打粉與小蘇打粉的魚丸變化		
成型時膨脹	煮熟時膨的像小饅頭般大	冷卻後畸形

照片 4-9 泡打粉、小蘇打粉魚丸特殊變化

六、添加太白粉比例對魚丸 Q 彈度的影響

(一)操作變項：添加佔魚肉比例 0%、5%、7%、10%、15%的太白粉。

(二)控制變項：甩打魚漿時外鍋的溫度 $< (-8^{\circ}\text{C})$ 、每顆魚丸重 50 ± 5 克、成型水溫

$60\sim 65^{\circ}\text{C}$ 、煮熟水溫 $80\sim 90^{\circ}\text{C}$ 、冷卻時間 10 分鐘、冷卻電風扇距離魚丸 1 公尺、甩打 30 分鐘，平均每分鐘 12 下。

(三)製作與測量

製作過程：魚漿製作時材料加進去的順序都是相同，只有澱粉的種類不一樣。

太白粉 0%(不加)	太白粉 5%	太白粉 7%	太白粉 10%	太白粉 15%
無黏稠感、會散開	魚漿很油、不太黏	黏稠、魚漿細膩	黏稠、有點油	黏稠、較深
有空隙、一咬就散	油膩、有空隙	外表有凹凸少空隙	有點油	表面較無小洞

照片 4-10 太白粉比例不同之魚漿、魚丸比較

伍、研究結果與討論

一、市售魚丸的魚丸 Q 彈度

我們挑選本區內最受歡迎的虱目魚丸，進行魚丸彈力與咬勁的測量，再與實驗中的不同魚丸做比較。

(一)魚丸彈力測量結果

表 5-1 市售魚丸的魚丸彈力

魚丸種類	市售魚丸					
編號	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)	34	35	35	38	33	35
重1200g後高度(b)	28	29	28	30	27	28
20秒反彈高度(c)	34	34	33	37	31	34
魚丸彈力(%)	100	83	71	88	67	82

(二)魚丸咬勁測量結果

表 5-2 市售魚丸的魚丸咬勁

魚丸種類	市售魚丸					
編號	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)	30	33	35	33	34	33
1000g下切後高度(d)	24	27	30	27	27	27
魚丸咬勁(%)	20	18	14	18	21	18

(三)魚丸 Q 彈度整理

表 5-3 市售魚丸 Q 彈度

魚丸種類	市售魚丸
魚丸彈力(%)	82
魚丸咬勁(%)	18
魚丸Q彈度	100

二、探討甩打魚漿之時間長短對魚丸 Q 彈度的影響

分別以彈性測量工具、咬勁切割器各別測量 5 顆完整的虱目魚丸。

(一)魚丸彈力測量結果

表 5-4 甩打時間魚丸之魚丸彈力

魚丸種類	甩打10分鐘						甩打20分鐘					
	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)	35	35	42	46	40	40	40	35	37	44	40	39
重1200g後高度(b)	30	32	33	38	35	34	35	30	30	37	35	33
20秒反彈高度(c)	35	32	36	40	36	36	35	34	35	39	36	36
魚丸彈力(%)	100	0	33	25	20	36	0	80	71	29	20	40
魚丸種類	甩打30分鐘						甩打40分鐘					
	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)	40	42	40	40	36	40	35	40	40	40	40	39
重1200g後高度(b)	30	35	30	30	30	31	25	30	30	30	30	29
20秒反彈高度(c)	35	40	32	33	33	35	35	35	35	30	38	35
魚丸彈力(%)	50	71	20	30	50	44	100	50	50	0	80	56

(二)魚丸咬勁測量結果

表 5-4 甩打時間魚丸之魚丸咬勁

魚丸種類	甩打10分鐘						甩打20分鐘						
	編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)		39	31	34	33	33	34	34	35	30	35	35	34
1000g下切後高度(d)		38	28	29	29	29	31	26	30	22	16	22	23
魚丸咬勁(%)		3	10	15	12	12	10	24	14	27	54	37	31
魚丸種類	甩打30分鐘						甩打40分鐘						
	編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)		30	29	28	28	29	29	28	28	28	26	26	27
1000g下切後高度(d)		8	16	6	15	16	12	4	15	19	9	4	10
魚丸咬勁(%)		73	45	79	46	45	58	86	46	32	65	85	63

(三)魚丸彈力與咬勁平均值

表 5-5 甩打時間魚丸之彈力、咬勁、Q 彈度平均

魚丸種類	10分鐘	20分鐘	30分鐘	40分鐘
魚丸彈力(%)	36	40	44	56
魚丸咬勁(%)	10	31	58	63
魚丸Q彈度	46	71	102	119

(四)甩打魚漿之時間長短對魚丸 Q 彈度分析

根據表 5-5 製成圖 5-1，詳細分析如下：

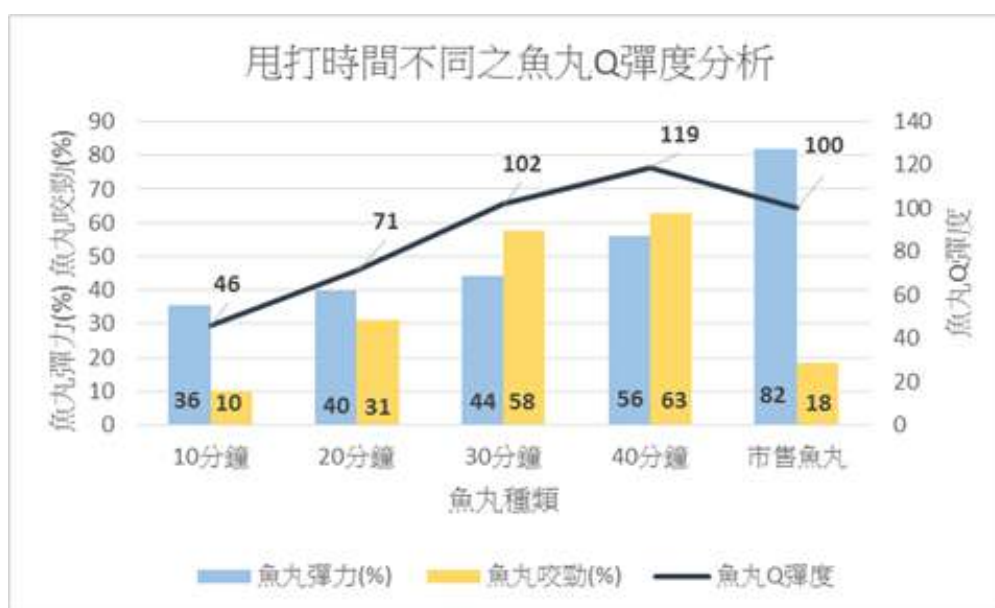


圖 5-1 甩打時間不同之魚丸 Q 彈度分析

- 1.魚丸彈力由大至小為甩打 40 分鐘>30 分鐘>20 分鐘>10 分鐘，甩打時間愈久魚丸彈力也愈大。彈力皆小於市售魚丸。
- 2.魚丸咬勁由大至小為甩打 40 分鐘>30 分鐘>20 分鐘>10 分鐘，甩打時間愈久魚丸咬勁也愈大。甩打 20 至 40 分鐘魚丸之咬勁皆大於市售魚丸。
- 3.魚丸 Q 彈度由大到小為甩打 40 分鐘>30 分鐘>20 分鐘>10 分鐘。甩打時間愈久魚丸

Q 彈度也愈大。甩打 30 分鐘與 40 分鐘之魚丸的 Q 彈度大於市售魚丸。

4.與市售魚丸相比 Q 彈度，甩打 40 分鐘魚丸大了 19%，甩打 30 分鐘魚丸大了 2%。

三、添加蛋白比例對魚丸 Q 彈度的影響

(一)魚丸彈力測量結果

表 5-6 添加蛋白比例之魚丸彈力

魚丸種類	蛋白5%						蛋白10%					
編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)	40	35	37	36	40	38	40	35	36	40	40	38
重1200g後高度(b)	25	25	25	30	29	27	25	25	27	27	30	27
20秒反彈高度(c)	35	30	35	35	33	34	32	32	35	35	37	34
魚丸彈力(%)	67	50	83	83	36	64	47	70	89	62	70	67
魚丸種類	蛋白15%						蛋白20%					
編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)	35	40	35	40	35	37	35	35	40	40	30	36
重1200g後高度(b)	26	30	25	29	28	28	26	26	25	26	25	26
20秒反彈高度(c)	34	37	31	35	33	34	31	35	34	35	29	33
魚丸彈力(%)	89	70	60	55	71	69	56	100	60	64	80	72

(二)魚丸咬勁測量結果

表 5-7 添加蛋白比例之魚丸咬勁

魚丸種類	蛋白30g						蛋白60g					
編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)	33	32	38	30	31	33	33	33	33	29	32	32
1000g下切後高度(c)	26	9	20	10	21	17	20	25	31	25	29	26
魚丸咬勁(%)	21	72	47	67	32	48	39	24	6	14	9	19
魚丸種類	蛋白90g						蛋白120g					
編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)	29	31	30	29	32	30	32	27	29	33	27	30
1000g下切後高度(c)	25	28	28	25	29	27	28	25	26	29	25	27
魚丸咬勁(%)	14	10	7	14	9	11	13	7	10	12	7	10

(三)魚丸彈力與咬勁平均值

表 5-8 添加蛋白比例之魚丸彈力、咬勁、Q 彈度平

魚丸種類	0%	5%	10%	15%	20%
魚丸彈力(%)	44	64	67	69	72
魚丸咬勁(%)	58	48	19	11	10
魚丸Q彈度	102	112	86	80	82

(四)加蛋白比例對魚丸 Q 彈度分析

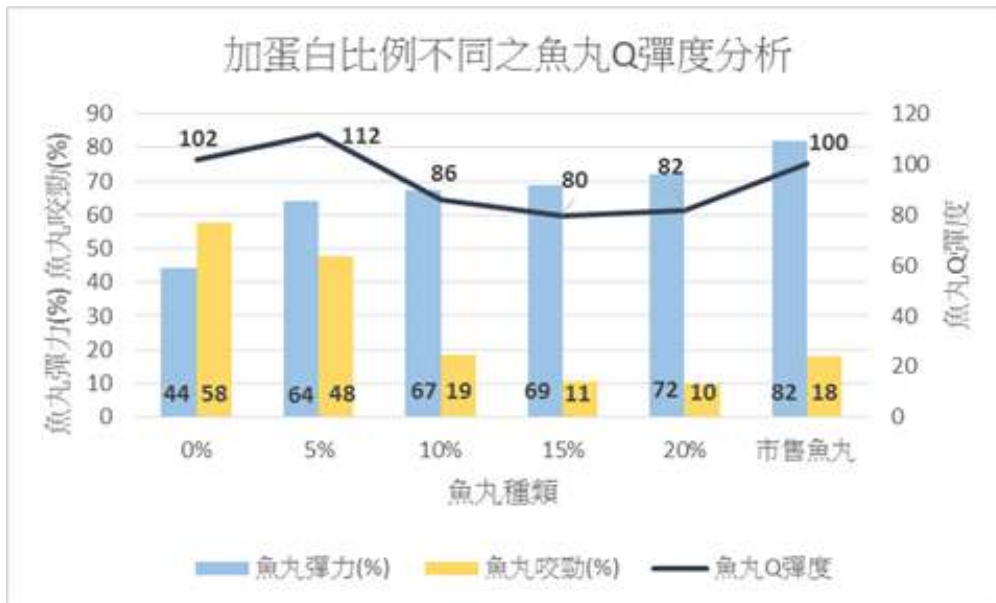


圖 5-2 加蛋白比例不同之魚丸 Q 彈度分析

根據表 5-8 製作為圖 5-2，分析如下：

- 1.魚丸彈力由大至小為加蛋白 20%>15%>10%>5%>0%，即加蛋白比例愈多，魚丸彈力愈大。不過加蛋白至 20%止彈力皆小於市售魚丸。
- 2.魚丸咬勁由大至小為加蛋白 0%>5%>10%>15%>20%，加蛋白比例愈多，魚丸咬勁愈小。加蛋白少於 10%時咬勁皆大於市售魚丸。
- 3.魚丸 Q 彈度由大到小為加蛋白 5%>0%>10%>20%>15%。加蛋白的比例與魚丸 Q 彈度沒有明顯規律。加蛋白 0%與 5%之魚丸 Q 彈度>市售魚丸。
- 4.與市售魚丸 Q 彈度相比，加蛋白 5%魚丸大了 12%，加蛋白 0%魚丸大了 2%。

四、使用澱粉種類對魚丸 Q 彈度的影響

(一)魚丸彈力測量結果

表 5-9 澱粉種類之魚丸彈力

魚丸種類	泡打粉						小蘇打粉						
	編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)	38	29	30	36	29	32	32	30	30	27	29	29	29
重1200g後高度(b)	25	18	22	22	21	22	22	21	21	21	20	21	21
20秒反彈高度(c)	31	23	27	29	25	27	27	26	25	25	25	25	25
魚丸彈力(%)	46	45	63	50	50	51	51	56	44	67	56	50	54

魚丸種類	玉米澱粉						馬鈴薯粉						
	編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)	31	40	38	29	37	35	35	34	31	41	35	35	35
重1200g後高度(b)	26	32	30	24	29	28	28	28	26	34	29	28	29
20秒反彈高度(c)	31	40	36	29	35	34	34	33	31	39	35	34	34
魚丸彈力(%)	100	100	75	100	75	90	90	83	100	71	100	86	88

(二)魚丸咬勁測量結果

表 5-10 澱粉種類之魚丸咬勁

魚丸種類	泡打粉						小蘇打粉						
	編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)		30	25	25	25	31	27	20	25	21	29	25	24
1000g下切後高度(d)		24	23	20	22	24	23	15	20	18	24	20	19
魚丸咬勁(%)		20	8	20	12	23	17	25	20	14	17	20	19

魚丸種類	玉米澱粉						馬鈴薯粉						
	編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)		32	30	34	40	29	33	28	26	25	30	25	27
1000g下切後高度(d)		28	9	25	30	21	23	25	23	20	20	24	22
魚丸咬勁(%)		13	70	26	25	28	32	11	12	20	33	4	16

(三)魚丸彈力與咬勁平均值

表 5-11 澱粉種類之魚丸彈力、咬勁、Q 彈度平均

魚丸種類	泡打粉	小蘇打粉	玉米澱粉	馬鈴薯粉	太白粉
魚丸彈力(%)	51	54	90	88	44
魚丸咬勁(%)	17	19	32	16	58
魚丸Q彈度	67	74	122	104	102

(四)澱粉種類對魚丸 Q 彈度分析

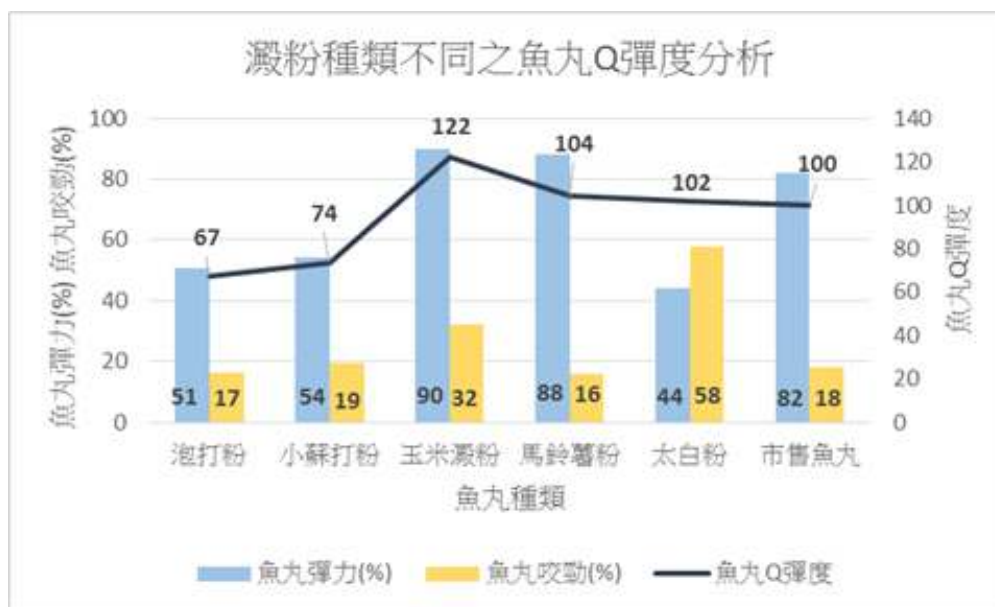


圖 5-3 澱粉種類不同之魚丸 Q 彈度分析

根據表 5-11 製成圖 5-3，分析如下：

- 1.魚丸彈力由大至小為玉米澱粉>馬鈴薯粉>小蘇打粉>泡打粉>太白粉。大於市售魚丸的是玉米澱粉與馬鈴薯粉。
- 2.魚丸咬勁由大至小為太白粉>玉米澱粉>小蘇打粉>泡打粉>馬鈴薯粉。大於市售魚丸的是太白粉、玉米澱粉、小蘇打粉魚丸。

3.魚丸 Q 彈度由大到小為玉米澱粉>馬鈴薯粉>太白粉>小蘇打粉>泡打粉。大於市售魚丸的是玉米澱粉、馬鈴薯粉、太白粉。

4.與市售魚丸 Q 彈度相比，玉米澱粉大了 22%，馬鈴薯粉大了 4%，太白粉大了 2%。

五、添加太白粉比例影響魚丸 Q 彈度

(一)魚丸彈力測量結果

表 5-12 太白粉比例之魚丸彈力

魚丸種類	太白粉0%						太白粉5%						
	編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)		30	31	30	34	31	31	35	31	30	30	38	33
重1200g後高度(b)		21	20	18	16	18	19	29	26	25	28	30	28
20秒反彈高度(c)		29	24	25	23	30	26	34	30	30	29	35	32
魚丸彈力(%)		89	36	58	39	92	63	83	80	100	50	63	75
魚丸種類	太白粉10%						太白粉15%						
	編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)		40	35	41	41	40	39	37	33	38	37	33	36
重1200g後高度(b)		30	31	33	33	30	31	34	25	32	34	25	30
20秒反彈高度(c)		38	33	40	40	38	38	36	33	35	36	33	35
魚丸彈力(%)		80	50	88	88	80	77	67	100	50	67	100	77

(二)魚丸咬勁測量結果

表 5-13 太白粉比例之魚丸咬勁

魚丸種類	太白粉0%						太白粉5%						
	編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)		33	31	33	35	30	32	34	34	32	28	30	32
1000g下切後高度(d)		30	24	30	30	25	28	31	29	26	24	26	27
魚丸咬勁(%)		9	23	9	14	17	14	9	15	19	14	13	14
魚丸種類	太白粉10%						太白粉15%						
	編號	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
魚丸高度(a)		36	33	39	34	28	34	37	37	39	32	36	36
1000g下切後高度(d)		30	27	34	29	26	29	31	31	28	30	31	30
魚丸咬勁(%)		17	18	13	15	7	14	16	16	28	6	14	16

(三)魚丸彈力與咬勁平均值

表 5-14 太白粉比例之魚丸彈力、咬勁、Q 彈

魚丸種類	0%	5%	7%	10%	15%
魚丸彈力(%)	63	75	44	77	77
魚丸咬勁(%)	14	14	58	14	16
魚丸Q彈度	77	89	102	91	93

(四)太白粉比例影響魚丸 Q 彈度分析

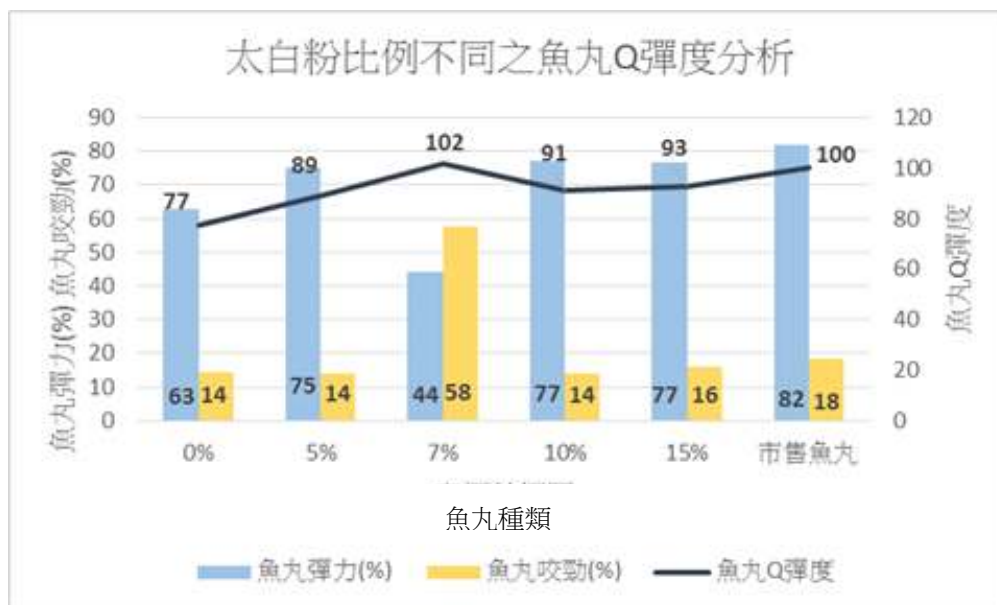


圖 5-4 太白粉比例不同之魚丸 Q 彈度分析

根據表 5-14 製成圖 5-4，分析如下：

- 1.魚丸彈力由大至小為加太白粉 10%=15%>5%>0%>7%。皆小於市售魚丸。
- 2.魚丸咬勁由大至小為加太白粉 7%>15%>10%=5%=0%。大於市售魚丸的僅有加太白粉 7%之魚丸。
- 3.魚丸 Q 彈度由大到小為加太白粉 7%>15%>10%>5%>0%。僅加太白粉 7%魚丸大於市售魚丸。
- 4.與市售魚丸 Q 彈度相比，加太白粉 7%魚丸大了 2%。

六、魚丸 Q 彈度總排名分析

根據操作變因「甩打時間」、「加蛋白比例」、「澱粉種類」、「太白粉比例」等作出的 16 種魚丸，以 Q 彈度為基準排名。由於實驗設計的原因，甩打 30 分鐘、太白粉、太白粉 7%、不加蛋白之魚丸皆為同種魚丸，在此以甩打 30 分鐘魚丸代表之。

表 5-15 魚丸的 Q 彈度排名

排名	1	2	3	4	5	6	7	8
魚丸種類	玉米澱粉	甩打40分鐘	加蛋白5%	馬鈴薯粉	甩打30分鐘	太白粉15%	太白粉10%	太白粉5%
魚丸Q彈度	122	119	112	104	102	93	91	89
魚丸彈力	90	56	64	88	44	77	77	75
魚丸咬勁	32	63	48	16	58	16	14	14
排名	9	10	11	12	13	14	15	16
魚丸種類	加蛋白10%	加蛋白20%	加蛋白15%	太白粉0%	小蘇打粉	甩打20分鐘	泡打粉	甩打10分鐘
魚丸Q彈度	86	82	80	77	74	71	67	46
魚丸彈力	67	72	69	63	54	40	51	36
魚丸咬勁	19	10	11	14	19	31	17	10

- 1.魚丸 Q 彈度比市售魚丸佳並按名次如表 5-15，分別是玉米澱粉魚丸、甩打 40 分鐘魚丸、加蛋白 5%魚丸、馬鈴薯粉魚丸、甩打 30 分鐘魚丸。
- 2.前五名分別比市售魚丸 Q 彈度大 22%、19%、12%、4%、2%。
- 3.魚丸彈力與咬勁的折線圖出現了「對稱」的現象，當魚丸彈力小時咬勁大，魚丸彈力大時咬勁就小。

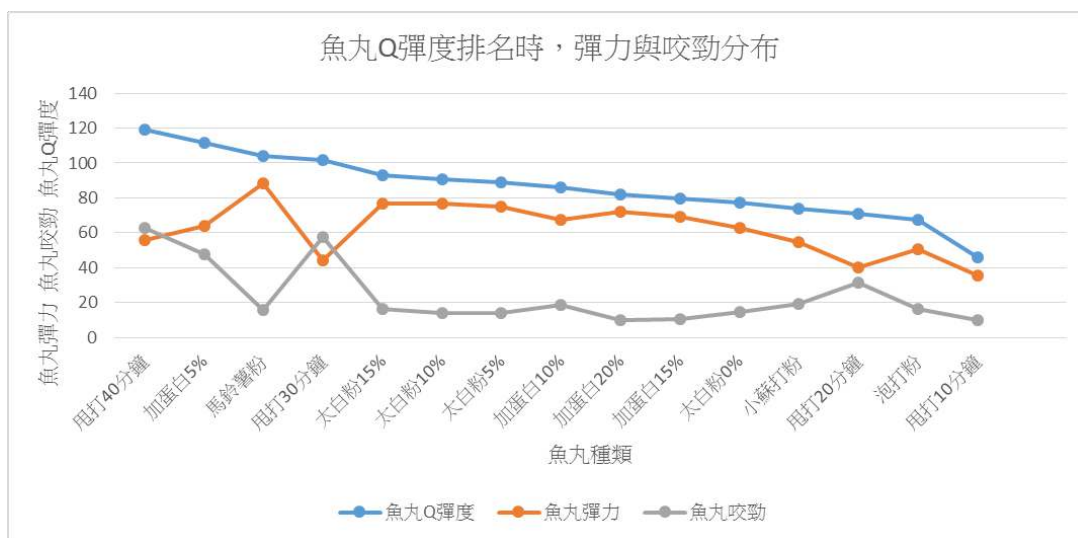


圖 5-5 魚丸 Q 彈度排名與彈力咬勁分布

七、魚丸口感分析

我們請 6 位試吃者進行最好吃的比較。同一操作變因的魚丸進行試吃，受試者不知道所吃的魚丸是哪一種。

表 5-16 魚丸口感與實驗結果

魚丸種類 項目	甩打10分	甩打20分	甩打30分	甩打40分	加蛋白0%	加蛋白5%	加蛋白10%	加蛋白15%	加蛋白20%	泡打粉	小蘇打粉	玉米澱粉	馬鈴薯粉	太白粉	不加太白粉	太白粉5%	太白粉7%	太白粉10%	太白粉15%	
總排名	16	14	5	2	5	3	9	11	10	15	13	1	4	5	12	8	5	7	6	
組內排名	4	3	2	1	2	1	3	5	4	5	4	1	2	3	5	4	1	3	2	
得票數	1	0	4	1	4	1	0	1	0	0	0	0	2	4	0	0	5	1	0	
備註	稍鹹									腥味	腥味	腥味			鹹	很油		很油		
得票數與組內排名是否符合	不符合				不符合					不符合				不符合						

- 1.在每個操作變因中，得票數最多的各是用打 30 分鐘、加蛋白 0%、太白粉魚丸、太白粉 7%，皆為同一種魚丸，只是基於實驗的操作而名稱不同。
- 2.泡打粉、小蘇打粉魚丸有刺鼻腥味，受試者不敢放入口中；玉米澱粉魚丸有另外一種腥味。基於魚丸口感的定義，泡打粉、小蘇打粉、玉米澱粉不納入最後比較。
- 3.加太白粉 5%、10%魚丸吃起來的較油膩
- 4.用打 10 分鐘魚丸、太白粉 0%魚丸較鹹。
- 5.剔除有腥味、較油、較鹹的魚丸後魚丸 Q 彈度排名如表 5-17。
- 6.最 Q 彈之魚丸，是使用太白粉 7%、不加蛋白，持續甩打至 40 分鐘而完成。

表 5-17 剔除口感不佳魚丸後之魚丸 Q 彈度排名

排名	1	2	3	4	5	6	7	8	9
魚丸種類	甩打40分鐘	加蛋白5%	馬鈴薯粉	甩打30分鐘	太白粉15%	加蛋白10%	加蛋白20%	加蛋白15%	甩打20分鐘
魚丸Q彈度	119	112	104	102	93	86	82	80	71
魚丸彈力	56	64	88	44	77	67	72	69	40
魚丸咬勁	63	48	16	58	16	19	10	11	31

八、如何製作 Q 彈的虱目魚丸

(一)魚丸與其適合的客群

實驗後最 Q 彈的魚丸，與試吃者認為最 Q 彈、最好吃的魚丸不同。所以經過實驗後最 Q 彈的魚丸與最好吃的魚丸不一定相同。

然而我們口感是很主觀的，故為了讓忙碌的現代人在有限的時間內，吃到符合個人喜好的魚丸，我們將實驗中通過試吃者肯定的魚丸，再加以描述，讓人們能適其所好。

表 5-18 魚丸種類與客製化

排名	魚丸種類	魚丸 Q 彈度	彈力	咬勁	描述
1	甩打 40 分鐘	119	56	63	喜歡彈牙、較有咬勁、不趕時間的人。
2	加蛋白 5%	112	64	48	喜歡彈牙感多、咬勁少、有白晳感、要宴客用的人。
3	馬鈴薯粉	104	88	16	想吃吃看名廚所認為最 Q 彈的魚丸。
4	甩打 30 分鐘	102	44	58	喜歡較有咬勁、會彈牙、不趕時間的人。
5	太白粉 15%	93	77	16	喜歡彈牙感多、咬勁少、不強調魚味的人
6	加蛋白 10%	86	67	19	喜歡較彈牙、外觀白晳有光澤、綿密的人。
7	加蛋白 20%	82	72	10	喜歡綿密、魚味淡、白晳光滑、牙齒不好的人。
8	加蛋白 15%	80	69	11	喜歡綿密、較有魚味、白晳光滑、牙齒不好的人。

(二) 如何製作 Q 彈好吃的虱目魚丸

1. 工具準備

表 5-19 製作魚丸時的工具

製作魚丸之工具		
大鍋子(放冷劑)	手套	食鹽
小鍋子(放魚漿)	電磁爐	冰塊

2. 魚漿材料準備

如表 4-2。

(三) 製作流程

1. 製作魚漿

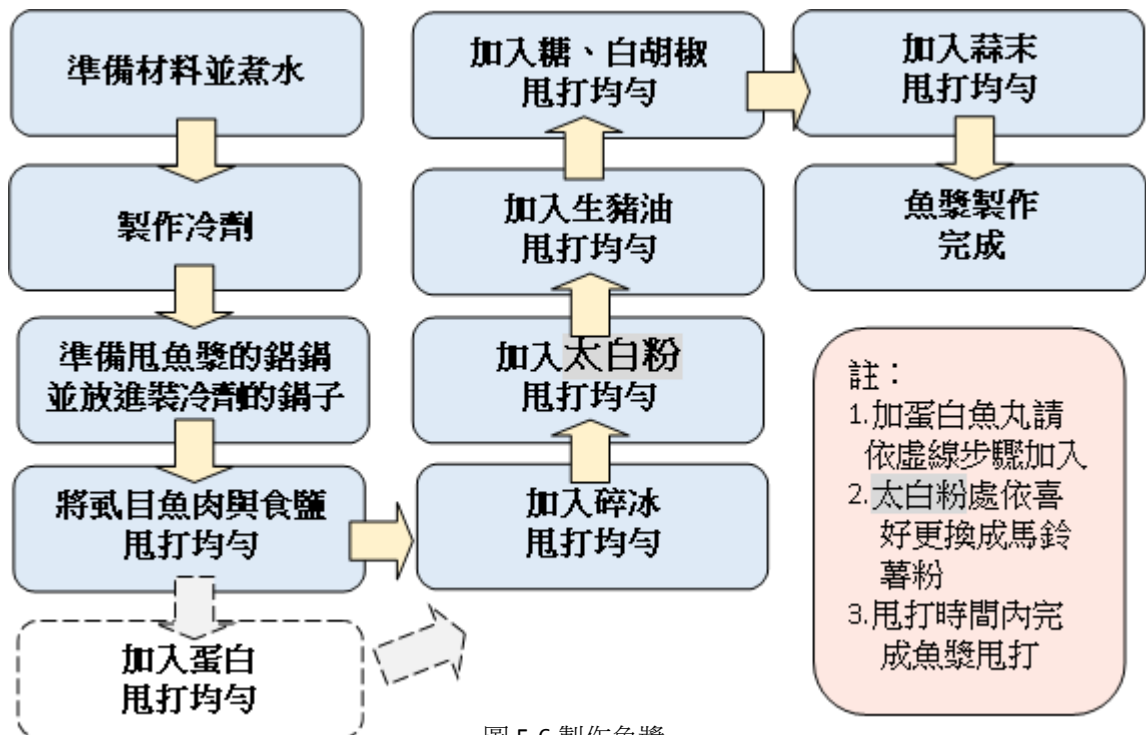


圖 5-6 製作魚漿

2. 魚丸定型與煮熟

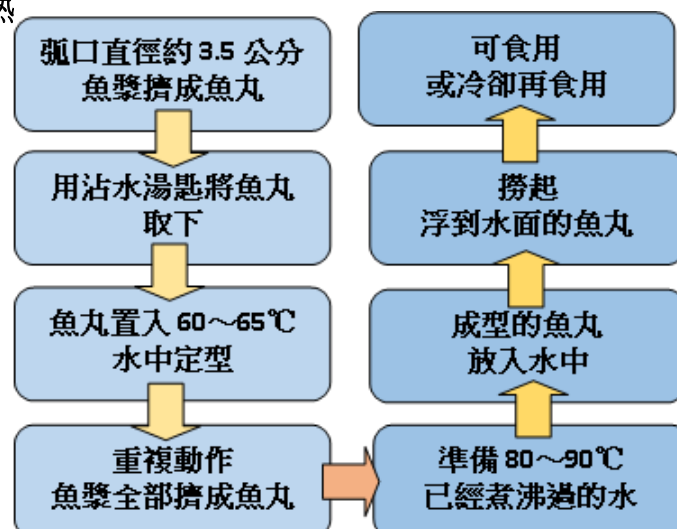


圖 5-7 魚丸定型與煮熟

陸、結論

透過訪問虱目魚丸專家，並採天然食材，不加任何磷酸鹽或硼砂後，透過科學化的工具檢測，得到以下重要發現：

- 一、**彈力測量裝置**可以科學化方式測得魚丸彈力；**咬勁切割器**可以科學化方式測得魚丸咬勁。二種工具能克服傳統採人力及經驗判斷魚丸 Q 彈度之**無法量化、不準確**的問題。
- 一、在 40 分鐘內，**甩打魚漿時間愈久魚丸彈力愈大；甩打魚漿時間愈久，咬勁也愈大。甩打時間愈久魚丸 Q 彈度愈好。**
- 二、在加了魚肉重量 20%比例內的蛋白後發現，**加蛋白比例愈多魚丸彈力愈大；加蛋白比例愈多魚丸咬勁愈小。但加蛋白比例愈多魚丸 Q 彈度並沒有愈好。**
- 三、不是所有澱粉都適合做魚丸；然而名廚表示馬鈴薯粉(日本太白粉)魚丸最 Q，在實驗中僅次於有腥味的玉米澱粉魚丸。
- 四、魚丸師傅表示太白粉的使用要介於魚肉重量的 5~8%間，但實驗中發現魚丸 Q 彈度與此比例無明顯的關係。
- 五、透過魚丸彈力與魚丸咬勁折線圖的變化發現，魚丸彈力大時，魚丸咬勁較小；魚丸彈力小時，咬勁較大。
- 六、甩打 40 分鐘、加蛋白 5%、馬鈴薯粉、甩打 30 分鐘等魚丸，能以手工又不添加化學添加物的方式製作，比市售魚丸還要 Q 彈。

虱目魚丸是傳統美食，然而在食安風暴的危機之下，人們吃得不安心。我們希望人人都能透過上述簡單又未添加化學添加物的方式，做出比市售魚丸還 Q 彈的虱目魚丸，好吃、健康、又安心。

柒、參考資料及其他

一、網路文章

(一)楊季清。食品加工屏東科技大學食品科學研究所。取自 <http://goo.gl/jR9NEa>

二、網路影片

(一)【楊桃美食網】自己做花枝丸。(2013年8月6日)。取自 <http://goo.gl/CuaMDk>

(二)100/5/28 虱目魚魚丸DIY。(2011年5月29日)。取自 <http://goo.gl/X4ltYY>

(三)手做魚丸 HANDMADE FISH BALL。(2014年1月17日)。取自 <http://goo.gl/vPFI9H>

(四)自製手工魚丸。(20年10月31日)。檢

(五)Q彈好吃的手工虱目魚丸就是要這樣做。(2014年1月17日)。取自 <http://goo.gl/OhqcJ8>

(六)高雄彌陀鄉虱目魚丸Q嫩彈牙。(2010年9月2日)。 <http://goo.gl/ZhCToZ>

(七)高雄興義魚丸-台視熱線追蹤報導。(2010年9月10日)。取自 <http://goo.gl/hUQhCV>

(八)杭州魚丸 細嫩又彈舌。(2013年3月13日)。取自 <http://goo.gl/r2CYyj>

(九)阿基師偷呷步教你阿基師料理阿基師食譜 如何做出有Q勁。(2013年6月1日)。取自 <http://goo.gl/e9g4ss>

(十)“狠擗”手工魚丸 咬勁十足熱賣。(2014年3月16日)。取自 <http://goo.gl/gJCOKU>

三、科展作品

(一)李昀軒,陳柔安。戰勝食神的「健康貢丸」-以低鹽控制蛋白質乳化效果之無磷酸鹽貢丸。(2013年)。取自：[http://science.ntsec.edu.tw/Science-](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=10170)

[Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=10170](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=10170)

(二) 田玉玲、鄭淨文、林棋敏、陳佳琳。健康貢丸之製作。(2002年)。取自：

[http://science.ntsec.edu.tw/Science-](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=1097)

[Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=1097](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=1097)

(三) 林哲宇;張芷綺;廖書翎陳思好;張梓芸。「凍未條」～吉利丁與水果酵素的邂逅。(2014年)。取自 [http://science.ntsec.edu.tw/Science-](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=11544)

[Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=11544](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=11544)

【評語】 080810

本實驗能將日常生活中常吃的虱目魚製作過程，用簡易的科學判讀法，明確表示魚丸的特性，實驗設計具創意，值得嘉許。建議在各項測試過程中可考慮其他控制變因，讓實驗更嚴謹。